

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

WILLIAM MASIOLI

**ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS EM ATIVIDADES DE  
COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL**

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2016

WILLIAM MASIOLI

ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS EM ATIVIDADES DE  
COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL

Monografia apresentada ao  
Departamento de Ciências  
Florestais e da Madeira da  
Universidade Federal do  
Espírito Santo, como  
requisito parcial para  
obtenção de título de  
Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2016

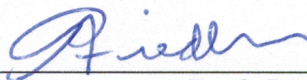
WILLIAM MASIOLI

ANALISE DE FATORES ERGONÔMICOS EM ATIVIDADES DE COLHEITA E  
TRANSPORTE FLORESTAL

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em: 21/06/2016

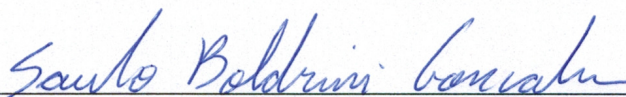
COMISSÃO EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Nilton César Fiedler

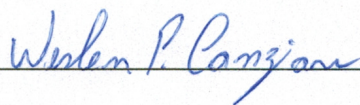
DCFM/CCAUE/UFES



---

Eng. Saulo Boldrini Gonçalves

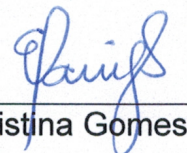
Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais - UFES



---

Eng. Weslen Pintor Canzian

Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais - UFES



---

Profª. MSc. Elaine Cristina Gomes da Silva

DZOO/CCAUE/UFES

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter guiado meus passos até aqui, conservado minha saúde, a de meus amigos e família, e fortalecido meu corpo e espírito para encarar os desafios.

A minha família, razão principal de minhas lutas, em especial aos meus pais, Edes Agostinho Masioli e Carmélia Lopes Masioli, pelo apoio, incentivo, dedicação e inspiração para todos os momentos. A meus irmãos, em especial a Edimar Fernando Masioli, com destaque a toda sua ajuda para a realização deste trabalho.

Ao professor e amigo Nilton César Fiedler, por todo apoio, dedicação, orientação que foram oferecidos ao longo de toda Graduação.

Ao Almir, ao qual disponibilizou de forma gentil a realização deste trabalho na empresa. Às equipes de colheita do Jeremias e Sérgio, pela paciência, bom humor e grande disposição para realizar as tarefas estudadas neste trabalho.

A todos os integrantes dos laboratórios de Incêndios Florestais e de Colheita, Ergonomia e Logística Florestal, em especial ao Saulo Boldrini Gonçalves e ao Flávio Cipriano Assis do Carmo, pela dedicação, suporte e amizade.

A todos meus amigos que estiveram indiretamente envolvidos com este trabalho, em especial ao Jonas Vinco, Leandro Berude, Guilherme Bravim Canal e Sillas Mariano.

A Universidade Federal do Espírito Santo, por me proporcionar toda instrução técnica e maturidade para a formação profissional e pela oportunidade de fazer novos amigos ao longo de toda a Graduação.

Por todos meus amigos que conheci ao longo deste curso, por tornarem todos os dias desta caminhada os melhores possíveis, pela história que construímos juntos ao longo destes anos em Alegre, ES.

## RESUMO

O setor florestal tem um papel importante na economia brasileira, por meio da geração de renda e milhares de empregos diretos e indiretos. O desempenho das atividades ligadas ao setor é responsável por elevados índices de acidentes e doenças, o que torna imperativo o estudo dos fatores de risco aos quais os trabalhadores estão envolvidos. Este trabalho objetivou avaliar os fatores ambientais nas atividades que compõem a colheita e transporte florestal de uma empresa no município de Venda Nova do Imigrante, ES. A pesquisa foi realizada em um povoamento de *Pinus elliotii*, durante o período de março a abril de 2016. Inicialmente, foram levantadas as atividades do ciclo de trabalho, e determinou-se a amostragem necessária a pesquisa. O estudo avaliou as atividades de derrubada, traçamento, desgalhamento, limpeza das vias de acesso, extração e transporte da madeira. O conforto térmico foi medido utilizando um IBUTG, conforme NR-15. A iluminância foi medida com um luxímetro, conforme NBR 5413/92. A vibração foi mensurada com o uso de um acelerômetro e a exposição foi comparada aos limites estabelecidos pela ISO 5349/1. A exposição ao ruído foi obtida com dosímetros e os valores comparados aos limites propostos pela NR 15. Os índices de conforto térmico se mostraram inadequados para atividades pesadas e moderadas nas horas mais quentes do dia. Os níveis médios de iluminação apresentaram-se dentro dos limites aceitáveis. Cerca de 70% das atividades apresentaram níveis de fadiga quanto a vibração das máquinas e equipamentos avaliados. Os níveis de ruído para 70% das atividades avaliadas ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação vigente.

**Palavras chave:** Técnicas e operações florestais; Corte semimecanizado; Conforto Térmico; Iluminância; Ruído; Vibração.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1. O problema e sua importância .....	11
1.2. Objetivos .....	12
1.2.1. Objetivo Geral.....	12
1.2.2. Objetivos Específicos .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. Ergonomia.....	13
2.1.1. Análise dos Fatores Ambientais .....	13
2.2. O Setor Florestal Brasileiro .....	17
2.3. Colheita Florestal .....	18
2.3.1. Sistemas de Colheita Florestal .....	18
2.4. Atividades da Colheita florestal .....	19
2.4.1. Corte.....	19
2.4.2. Extração Florestal.....	20
2.4.3. Transporte Florestal.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Descrição da Área de Estudo.....	22
3.2. Atividades Avaliadas .....	22
3.3. População e Amostragem .....	25
3.4. Levantamento de Dados .....	25
3.4.1. Conforto Térmico .....	25
3.4.2. Iluminância .....	27
3.4.3. Vibração .....	29
3.4.4. Ruído.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32

4.1. Número mínimo de amostras .....	32
4.2. Conforto térmico.....	33
4.3. Iluminância .....	34
4.4. Vibração .....	36
4.5. Ruído.....	37
5. CONCLUSÕES .....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
7. ANEXOS .....	45
7.1. Norma regulamentadora 15 - Atividades e Operações Insalubres - Anexo III - Limites de Tolerância para Exposição ao Calor .....	45
2.2. Norma Regulamentadora 15 - Atividades e Operações Insalubres - Anexo I - Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das atividades analisadas.....	24
Tabela 2. Limites de conforto Térmico para cada tipo de atividade segundo NR 15, Anexo 3. ....	27
Tabela 3. Taxas de metabolismo por atividade, conforme NR 15, Anexo 3. ....	27
Tabela 4. Iluminância por classe de tarefa visuais, conforme a NBR 5413/92.	29
Tabela 5. Guia para avaliação da exposição humana a vibração. ....	30
Tabela 6. Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, conforme a NR-15, anexo 1. ....	31
Tabela 7. Número mínimo de amostras para conforto térmico e iluminância...	32
Tabela 8. Número mínimo de amostras para vibração.....	32
Tabela 9. Classificação da exposição humana a vibração conforme a ISO 5349-1. ....	36
Tabela 10. Máxima exposição diária permissível para as atividades. ....	38



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo. ....	26
Figura 2. Luxímetro digital. ....	28
Figura 3. Acelerômetro e medidor de vibração. ....	29
Figura 4. Coordenadas ortogonais ISO 5349-1. A: eixo xx; B: eixo yy; e C: eixo zz. ....	30
Figura 5. Dosímetro digital. ....	31
Figura 6. Índice de conforto térmico para as atividades avaliadas e os limites para atividade contínua propostos pela NR 15, anexo 3. ....	33
Figura 7. Iluminância obtida durante o exercício das atividades avaliadas e a iluminância adequada para as atividades conforme a NBR 5413/92. ....	35
Figura 8. Ruído médio das atividades avaliadas. ....	37

## 1. INTRODUÇÃO

O setor florestal possui grande importância na economia brasileira, garantindo renda, produtos, serviços, e geração de empregos diretos e indiretos. Na prestação de serviços ambientais, a floresta plantada contribui para redução da pressão sobre as florestas nativas; preservação do solo e de mananciais, fontes de energia renovável, redução de emissão de gases e aumento do estoque natural de carbono. Neste sentido, o Brasil surge, frente ao cenário mundial, como um dos principais países com possibilidade de aumentar suas áreas florestais, pelas suas características desejáveis para o sucesso do setor.

As atividades da colheita florestal são categorizadas em grande parte dos países, como os setores mais perigosos, havendo tendência para elevados índices de acidentes e doenças causadas em decorrência destas atividades (OIT, 2006). Diante disto, avaliação dos fatores de risco no trabalho são decisivas para prevenir acidentes, garantindo melhores condições de trabalho.

A Ergonomia está relacionada na busca de conhecimento para adequar as situações encontradas no ambiente de trabalho aos trabalhadores. Estas situações são caracterizadas pelo ambiente, por meio de atributos físicos, químicos e biológicos; pelo espaço, através do arranjo, localização e dimensionamento dos postos de trabalho; os instrumentos utilizados, sejam máquinas, ferramentas e informações; e a forma de organização do trabalho, conforme a divisão e execução das tarefas (DUL e WEERDMEESTER, 2004).

Oelsen (2002) define a satisfação com o ambiente térmico de trabalho como conforto térmico e considera que a insatisfação pode ocorrer em razão do aquecimento ou resfriamento do corpo. Os ambientes que apresentam desconforto térmico contribuem para indisposição na realização das atividades, fadiga, redução do rendimento do trabalhador e aumento do risco de acidentes. Portanto, tal fato evidencia a necessidade de avaliação da exposição dos trabalhadores às temperaturas do ambiente.

A iluminância é um dos principais índices que garante o conforto dos trabalhadores no campo, fazendo-se necessário a correta iluminação dos postos de trabalho e maquinário, em ambientes fechados. Quando em excesso ou sem

o controle adequado, a iluminação pode afetar o desempenho dos trabalhadores e até causar acidentes (FIEDLER, 1998).

A exposição a vibração de máquinas é um fator difícil de ser controlado, pois é intrínseco ao equipamento e pode ser amplificado pela falta de manutenção ou mal funcionamento. Quando a vibração é transmitida para o sistema mão-braço do trabalhador, pode acarretar em uma série de riscos para a saúde. A vibração é um agente nocivo presente em diversas atividades do trabalhador florestal (IIDA, 2005).

O ruído é um fator ambiental capaz de interferir na comunicação entre os trabalhadores no desenvolvimento das atividades, incapacitando-os de reagir diante de situações emergenciais. A exposição extrema ao ruído também pode causar sérios danos à saúde do trabalhador, causando a aposentadoria precoce e rotatividade de funções nas empresas.

Com a devida análise destes fatores, podem ser confrontados com as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, e assim, eliminar ou mitigar os riscos que os trabalhadores estão envolvidos.

### **1.1. O problema e sua importância**

Para a análise ergonômica em ambientes abertos, é crucial o estudo dos fatores ambientais, pois os trabalhadores podem estar expostos a condições ambientais desfavoráveis, como condições extremas de temperatura, iluminação excessiva, e elevados níveis de ruído e vibração de máquinas.

Por meio dos conhecimentos ergonômicos, as empresas podem assegurar ganhos indiretos, decorrentes das melhores condições de segurança, saúde, satisfação e bem-estar dos trabalhadores. A aplicação desta ciência pode garantir a maior eficiência do trabalho, melhor qualidade dos produtos e serviços prestados, melhor imagem para o mercado, conformidade com a legislação vigente, melhor manutenção dos equipamentos, maior rendimento e redução de custos por afastamentos, que são causados principalmente por doenças ocupacionais ou acidentes de trabalho.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Avaliar os fatores ergonômicos em atividades de colheita e transporte florestal.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Avaliar o conforto térmico, a iluminância, os níveis de ruído e a vibração das máquinas durante a jornada de trabalho;
- b) Comparar os resultados obtidos com a legislação vigente, propondo melhorias.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Ergonomia**

A Ergonomia pode ser entendida como a disciplina científica que avalia as interações entre o ser humano e os elementos do sistema, tendo como base teorias, princípios, métodos e dados que estimulem o bem-estar do homem e do desempenho ótimo de sistemas (IEA, 2000). Através desta concepção, busca encontrar a redução de acidentes, estresse, fadiga, erros, garantindo a satisfação, saúde e segurança para o trabalhador, que são elementos fundamentais para o sistema produtivo (IIDA, 2005). Sendo uma ciência multidisciplinar, engloba o conhecimento nas áreas de psicologia, sociologia, anatomia, fisiologia, antropologia, antropometria e biomecânica (WISNER, 1999).

Segundo Lida (2005), conhecer os limites e capacidades dos trabalhadores são os principais objetivos da Ergonomia, sendo necessário o uso de metodologias eficientes e uma observação criteriosa do ambiente e postos de trabalho. Destacam-se para este fim o levantamento de dados antropométricos, carga física de trabalho, análise biomecânica, estudo de fatores ambientais, o conhecimento do perfil dos trabalhadores, entre outros.

A Ergonomia vem sendo utilizada no setor florestal visando melhorar as condições de trabalho do funcionário. De acordo com Fontana e Seixas (2007), há necessidade de análise do posto de trabalho das máquinas utilizadas na colheita florestal, procurando-se adaptá-las ao perfil do trabalhador florestal brasileiro. De acordo com Fiedler et al. (2003), a aplicação da Ergonomia pode ser o elemento essencial, para mitigar as inúmeras doenças geradas pela elevada carga física de trabalho, encontradas no setor florestal.

#### **2.1.1. Análise dos Fatores Ambientais**

Os fatores ambientais são fontes de tensão no ambiente capazes de ocasionar condições desfavoráveis ao trabalhador, como excesso de

temperatura, iluminação inadequada, vibração e ruído, que podem causar riscos de acidentes e danos à saúde (IIDA, 2005).

O risco pode ser entendido por um evento, esperado ou não, capaz de se tornar realidade, sendo que apenas a idéia de que possa ocorrer algo, já se configura como risco (DAGNINO e CARPI, 2007). Conforme Veyret e Richemond (2007), os riscos ambientais englobam todas as ameaças naturais e os decorrentes de processos naturais, quando agravados pela ocupação de um território por atividade antrópica.

Na ergonomia, o risco ambiental está relacionado ao meio físico onde todas as atividades são realizadas pelo trabalhador. Quando excedem os limites pré-estabelecidos, fatores como o ruído, as vibrações, o calor, o frio, altitude e produtos tóxicos podem causar doenças ou alterar o bem-estar do trabalhador (APUD, 1989). Todas as características que afetam o projeto de máquinas (iluminação, temperatura, ruído e vibração), podem influenciar diretamente o desempenho do trabalhador, inclusive causar acidentes (IIDA, 2005).

#### **2.1.1.1. Conforto térmico**

O conforto térmico está relacionado com o equilíbrio térmico entre a quantidade de calor recebida pelo corpo e o calor perdido (IIDA, 2005). Os estudos que permitem o conhecimento do conforto térmico estão relacionados com a pesquisa de campo, em ambientes reais, ou em ambientes controlados, ditos laboratoriais (GOUVEA, 2004). Na pesquisa de campo, a condição de conforto é analisada com o trabalhador no pleno exercício da função.

O principal método para averiguar o conforto térmico é o índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG). Por meio deste, é possível indicar os fatores térmicos, conhecidos como temperatura elevada, metabolismo, calor radiante, alta umidade relativa do ar e ventilação do ambiente. Da mesma forma, o IBUTG, sendo calculado por diferentes fatores climáticos, não deve ser confundido com a temperatura do ar, pois ao contrário desta, seus valores são adimensionais, funcionando como um indicador (COUTO, 1995).

Para a satisfação do trabalhador, seria adequado ajustar o ambiente de trabalho de forma a reduzir a variação da temperatura, umidade e ventilação. Todavia, a pesquisa de campo pode revelar as preferências térmicas e

sensações manifestadas pelo trabalhador, garantindo que o pesquisador possa promover medidas de intervenção adequadas à situação (MACHADO, 2014).

As condições climáticas têm um grande efeito sobre o desempenho do trabalhador, fazendo o mesmo apresentar fadiga e diminuindo a eficiência no posto de trabalho (GRANDJEAN, 1982). Em ambientes com elevada temperatura, o trabalhador tende a reduzir a reação no trabalho e a agilidade mental, agravando a possibilidade de acidentes de trabalho e redução no rendimento (VERDUSSEN, 1978).

### **2.1.1.2. Iluminância**

A iluminação correta do ambiente de trabalho depende de dois conceitos: intensidade de iluminação, expressa em lux; e a iluminância, caracterizada pela sensação de brilho e ofuscamento que pode ser percebida por uma pessoa a partir de uma fonte de luz, sendo estas ideias imprescindíveis no estudo da iluminação do trabalho (COUTO 1995). A Segurança e Medicina do Trabalho (2009), recomenda que a iluminação deve ser uniformemente distribuída e difusa. Conforme a NR-17 (Ergonomia), sendo natural ou artificial, a iluminação deve ser apropriada para a atividade que está sendo empregada.

Conforme Fiedler (1998), iluminação é uma variável capaz de condicionar grande influência nas situações de trabalho. Em ambientes abertos, a intensa iluminação solar, sombras pronunciadas e contrastes, podem causar desconforto e lesões no aparelho visual do trabalhador, cegueira momentânea, acuidade visual, cataratas, de forma a comprometer a saúde e segurança dos trabalhadores.

No Brasil, a iluminação do ambiente de trabalho é determinada pelas NBR's 5413/92 e 5461/91. Sem exposição solar, a NBR 5413/92 sugere uma iluminação mínima entre 200 a 500 lux para tarefas com requisitos visuais limitados e trabalho bruto de maquinaria, e quando há exposição solar, os valores limites tornam-se complexos, o que prescreve as recomendações da NBR 5461/91 na determinação de procedimentos para estimativa de disponibilidade de luz natural.

### **2.1.1.3. Vibração**

A vibração é um movimento oscilatório de um corpo executado ao redor de um ponto estável (FIEDLER et al. 2013). O movimento pode ser regular (senoidal), ou irregular (sem nenhuma tendência). Conforme Santos Filho et al. (2003), a vibração é um conjunto complexo de diversas ondas com várias frequências e direções distintas. A vibração é um fator intrínseco no desenvolvimento e utilização de máquinas, devido ao atrito das peças móveis do equipamento e pode ser amplificada pela falta de manutenção. A vibração é um agente danoso, presente nas atividades diárias do trabalhador florestal (IIDA, 2005).

Na vibração Mão-Braço (VMB), as vibrações mecânicas (ocasionadas por motosserras, motocoveadoras, motopodas, entre outros), quando transmitidas ao sistema mão-braço do trabalhador, acarretam em riscos para segurança e saúde do operador, sendo perturbações vasculares, neurológicas, musculares, lesões ósseas e articulares (NUNES, 2005). A transmissão da vibração ao operador resulta em danos a integridade física do trabalhador, principalmente na perda dos movimentos (FIEDLER et al., 2013). Para a acomodação dos parâmetros de classificação do sistema de vibração Mão-Braço, a ISO 2631 (1978), classifica as regiões do braço afetadas pela vibração em eixos X, Y e Z, referentes a palma da mão, nós dos dedos e braços, respectivamente.

### **2.1.1.4. Ruído**

O ruído é um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a execução do trabalho, podendo ser um som ou complexo de sons que causam sensação de desconforto (PMAC, 1994). Devem ser mensurados em níveis contínuos ou intermitentes, com uso de um equipamento que mede o nível de pressão sonora que opere no circuito de compensação "A" (faixa de percepção humana), e circuito de resposta lenta (*slow*), realizando as leituras o mais próximo do aparelho auditivo do trabalhador (SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2016).

De acordo com Lopes et al (2004), a exposição do trabalhador ao ruído pode causar problemas auditivos, a depender do tempo de exposição,



frequência e nível de pressão sonora. Iida (2005) afirma que a falta de proteção ou a exposição em excesso do ruído pode causar fadiga, distração, perda na produtividade, dores pronunciadas no ouvido, zumbido, perda da audição de forma temporária ou permanente, com a ruptura do tímpano.

É possível mensurar a exposição ao ruído com o uso de um dosímetro, capaz de inferir a dose média de ruído conforme as horas de trabalho, ou a obtenção do ruído instantâneo, através do medidor de nível de pressão sonora, o decibelímetro (COUTO, 1995). Conhecendo os níveis de ruído e exposição do trabalhador a doses de ruído, pode-se comparar junto a legislação vigente, e adotar todas as medidas cabíveis para sanar este problema. Pode ser realizado medidas preventivas, como tratamento acústico do ambiente ou das superfícies da máquina, melhoria na tecnologia dos equipamentos ou substituição dos mesmos (FERNANDES, 2002). Caso estas técnicas ainda não atendam aos requisitos da legislação, o mesmo autor recomenda que os trabalhadores sejam munidos de protetores auditivos, sendo esta uma medida curativa que pode afetar as condições antropométricas e climáticas dos trabalhadores.

No Brasil, a norma regulamentadora quanto aos limites de ruído contínuo ou intermitente é a NR 15. Com ela é possível determinar um nível de ruído máximo de exposição diária permissível.

## **2.2.O Setor Florestal Brasileiro**

No Brasil, as florestas plantadas ocupam 0,9% do território nacional, cerca de 7,74 milhões de hectares, e são responsáveis por 91% de toda madeira produzida para fins industriais no País (IBA, 2016). As principais espécies plantadas no Brasil são o pinus e o eucalipto, que atendem principalmente os setores de painéis, laminados, serrados, papel e celulose (MACHADO et al., 2014).

Segundo Vosniak (2009), com intensos avanços tecnológicos no campo e indústria, o Brasil é um dos principais países a ampliar suas florestas plantadas. A atividade florestal é de grande relevância no cenário nacional, conforme sua habilidade para geração de renda e empregos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012). O setor florestal está presente em 18 estados brasileiros, ao longo de 529 municípios,

contando com mais de 200 empresas (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2012).

### **2.3. Colheita Florestal**

A colheita florestal é definida como o conjunto de operações que são efetuadas no maciço florestal, objetivando a preparação das toras para o local de transporte, fazendo-se assim uso de técnicas pré-estabelecidas, para se tornar posteriormente o produto final de interesse (MACHADO, 2014).

O processo da colheita da madeira sempre ganhou a atenção das empresas florestais, devido a sua alta representatividade nos custos da produção, elevado risco e demanda de mão-de-obra especializada (PLASTER, 2010). A colheita e o transporte florestal influenciam em até 50% o valor do produto final madeireiro que chega na indústria (MACHADO & LOPES, 2000).

As atividades de colheita florestal permanecem categorizadas em grande parte dos países, como um dos setores industriais mais perigosos, havendo uma tendência de elevados índices de acidentes e doenças provocadas por tais atividades, implicando em aposentadoria precoce dos trabalhadores (OIT, 2006).

#### **2.3.1. Sistemas de Colheita Florestal**

O Sistema de colheita Florestal engloba um conjunto de atividades, que asseguram a otimização e racionalização de recursos madeireiros, a máxima utilização de equipamentos e o fluxo de madeira constante para a indústria (MALINOVSKI, 2008). De acordo com Plaster (2010), a colheita de madeira pode ser definida como a cadeia de produção que abrange todas as atividades parciais, desde a derrubada, até a destinação da madeira no pátio da indústria consumidora.

Os sistemas de colheita florestal estão diretamente relacionados com fatores inerentes ao seu uso, como idade do povoamento, finalidade, condições da área de colheita, distância do arraste e transporte, eficiência do maquinário, a espécie e a idade do povoamento, podendo ser classificados em sistema de toras curtas (*cut-to-length*), sistema de toras compridas (*tree-length*), sistema de

árvores inteiras (*full-tree*), sistema de árvores completas (*whole-tree*) e o sistema de cavaqueamento (*chipping*) (NOVAIS, 2006; MACHADO, 2014).

No sistema de toras curtas, as árvores são derrubadas e processadas em comprimentos de até 6 metros, sendo o sistema mais usual no Brasil, onde realiza-se todos os trabalhos do corte florestal no interior do povoamento (MALINOVSKI, 2008). Este método é bastante visado pelas empresas madeireiras, pois exige um menor grau de mecanização, facilidade de deslocamento a curta distância, menor compactação do solo, aumento significativo na produtividade, redução dos custos de produção e possibilidade de ser utilizado em desbaste (MALINOVSKI & MALINOVSKI, 1998; LEITE, 2012; NOVAIS, 2006).

## **2.4. Atividades da Colheita florestal**

### **2.4.1. Corte**

O corte é a primeira etapa da colheita florestal e é composto pelas atividades de preparação, derrubada, desgalhamento, traçamento e pré extração (MACHADO, 2014). Os métodos de corte são divididos em corte manual, através de machado traçadores ou serras manuais; semimecanizado, por meio de máquinas portáteis, sendo a motosserra a mais utilizada; e o corte mecanizado, que ocorre por meio de tratores florestais.

A derrubada consiste no abate da árvore, que pode ser manual, semimecanizada ou mecanizada. O desgalhamento e o traçamento caracterizam a eliminação dos galhos e a divisão do fuste em toretes, respectivamente, podendo ser realizada por machado, motosserra ou cabeçote harvester. A pré extração é realizada dentro do talhão, através das atividades de enleiramento, embandeiramento e empilhamento (MACHADO, 2014).

A utilização da motosserra como máquina de corte foi fundamental para maior produtividade dos trabalhadores florestais, pois substitui a atividade rudimentar manual e caracteriza o primeiro passo para a aplicação gradual de máquinas na exploração de recursos madeireiros. A máquina aumenta a produtividade individual, reduz a quantidade de mão de obra, tem custo reduzido e pode ser utilizada em locais de difícil acesso (SANT'ANNA, 2014). Conforme

Andreon (2011), o corte semimecanizado pode ser aplicado em áreas declivosas oferecendo baixo custo de produção, em florestas nativas ou exóticas.

#### **2.4.2. Extração Florestal**

A extração consiste na retirada da madeira da área de corte até as margens da estrada, carreador ou pátio intermediário (SEIXAS, 2002). Conforme Pulkki (2006), podem existir sinônimos para esta operação, que são denominados conforme a operação é realizada e quais equipamentos utilizados.

O tombamento é uma técnica de extração muito usual em terrenos declivosos, e consiste em pegar os toretes mais leves, levantar e lançá-los morro abaixo, fazendo-se uso de machadinhas ou ganchos para auxiliar o processo (SEIXAS e MACHADO, 2008).

O baldeio ocorre quando a carga extraída é organizada em compartimentos de carga, e segue para as margens da estrada, através de tratores autocarregáveis (MALINOVSKI, 2007). O autocarregável é um sistema formado por um trator agrícola e uma carreta com grua muito utilizado na extração florestal (SEIXAS e CAMILO, 2008).

#### **2.4.3. Transporte Florestal**

O transporte florestal consiste em duas etapas, o transporte primário e o secundário da madeira (SEIXAS, 1992). O primário ocorre a curtas distâncias, envolvendo a transferência da madeira até pátios intermediários que favoreçam o acesso de veículos com maiores capacidades de carga, representando a fase final da colheita florestal (SIMÕES E FENNER, 2010). O transporte secundário ou principal é realizado o deslocamento da madeira dos pátios intermediários aos centros consumidores.

O carregamento é caracterizado pelo momento que a madeira é colocada no veículo responsável pelo transporte principal do produto; o descarregamento implica na remoção da madeira do veículo transportador para o pátio e assim, direcionar o produto para seu respectivo uso. De acordo com Minette et al. (2008), o rendimento operacional do descarregamento em pátios é maior, podendo ser realizados de forma manual, semimecanizado ou mecanizado.

No Brasil, O transporte florestal é caracterizado principalmente pelo transporte rodoviário, envolvendo longas distâncias por estradas de terra e asfalto. Este transporte pode ser realizado com diversos tipos de veículos, que variam de acordo com a distância de transporte, volume de madeira, relevo da região, capacidade de carga e dos tipos de maquinário envolvidos no carregamento e descarregamento da madeira (MACHADO et al., 2009).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da Área de Estudo

As atividades foram realizadas em uma empresa florestal produtora de madeira para serraria no município de Venda Nova do Imigrante, região serrana do estado do Espírito Santo. As florestas de *Pinus* sp. estão implantadas em fazendas espalhadas pelo município. A região está localizada próxima as coordenadas geográficas 20°16'51" latitude sul e 41°17'44" longitude oeste do Meridiano de Greenwich. O relevo da região é acidentado, com altitudes variando de 640m na sede do município, a 1.502m para os pontos culminantes.

O clima predominante em todas as estações é o clima de montanha do tipo tropical de altitude Cwa, segundo classificação de Koppen-Geiger, também denominado mesotérmico, de inverno seco com temperatura média em torno de 20,3°C, porém podendo estabelecer diferença entre as regiões altas e baixas (PEEL et al., 2007). A precipitação média anual acumulada possui uma variação de 1401 a 1500 mm (ARES, 2006). O solo predominante segundo Lani (1988), é do tipo latossolo variando de amarelo ao castanho- avermelhado.

O povoamento florestal onde ocorreu a pesquisa possui uma área total de 7,7 hectares com espécies de *Pinus eliotii* e *Pinus taeda*, localizado em terrenos com relevo variando de forte a ondulado montanhoso, situado nas proximidades de Domingos Martins, no sul do Espírito Santo. Analisou-se o processo de colheita em um plantio de 40 anos de idade, com espaçamento de 2,0 x 2,5m da espécie *Pinus elliotii*. A madeira comercializada pela empresa é serrada para a produção de caixotaria, movelaria e energia.

#### 3.2. Atividades Avaliadas

A pesquisa avaliou as atividades envolvidas no processo de colheita de madeira da empresa, de manutenção das vias de acesso e o transporte realizado da área de colheita até o pátio da serraria. Na atividade de corte, foram avaliadas as etapas de derrubada, desgalhamento e traçamento das árvores abatidas pelo método semicanizado. A extração da madeira foi realizada pelo método manual,

aproveitando a declividade do terreno. Antes da entrada dos veículos de transporte, realizou a limpeza das vias de acesso com roçadeiras. A atividade de transporte foi realizada em duas etapas: no transporte inicial, um trator autocarregável transportou as toras empilhadas da margem do talhão para um pátio intermediário; em seguida realizou-se o transporte principal da madeira, com caminhões de capacidade de carga superiores ao trator, responsáveis por abastecer a serraria. Para estas atividades, foram mensurados os fatores ambientais relacionados (conforto térmico, iluminância, vibração e ruído). Na Tabela 1 estão descritas todas as operações analisadas na empresa.

Tabela 1. Descrição das atividades analisadas.

Atividade	Imagem	Descrição
<p><b>Corte: Derrubada</b></p>		<p>Após a escolha da árvore e a avaliação do trabalhador quanto ao direcionamento de queda, é realizado um corte a 20 cm do solo, atingindo até 1/3 do diâmetro da árvore; um segundo corte é realizado acima do primeiro, formando um ângulo de 45° em relação ao anterior. Em seguida, é realizado o corte no lado oposto à boca de corte, a 30 cm do solo, suficiente para queda da árvore.</p>
<p><b>Corte: Desgalhamento</b></p>		<p>Operação posterior a derrubada, com objetivo de eliminar as ramificações e imperfeições do tronco da árvore, fazendo o uso de motosserra, facão ou machado. A operação é finalizada quando toda parte não aproveitável do tronco é eliminada.</p>
<p><b>Corte: Traçamento</b></p>		<p>Separação do tronco em toretes de comprimento padronizado (2,3 a 2,5m). Com auxílio de um ajudante, mede-se comprimentos de interesse. Em seguida, realiza-se o corte pelo operador de motosserra. A operação é finalizada quando todo comprimento do tronco da árvore abatida estiver padronizado em toretes.</p>
<p><b>Limpeza das vias de acesso</b></p>		<p>Consiste na limpeza das estradas e vias de acesso, eliminando os arbustos e demais plantas invasoras. Uso de roçadeiras, facões e foices. Em seguida os resíduos são removidos da área. É uma operação essencial para que os veículos de transporte possam identificar e utilizar as vias de acesso.</p>
<p><b>Transporte Inicial</b></p>		<p>Deslocamento do veículo até os locais que se encontram os toretes, na margem da estrada. Após o carregamento pelas guias, ocorre novamente o deslocamento do veículo, até a área a qual as carretas são capazes de chegar e realizar as devidas manobras. A operação é finalizada quando toda a madeira amontoada for coletada e direcionada as regiões de acesso dos veículos de transporte.</p>
<p><b>Transporte Principal</b></p>		<p>Deslocamento do caminhão até o pátio de abastecimento de madeira da serraria; em seguida ele retorna com seu compartimento vazio para a área de produção. A operação é finalizada quando toda a madeira destinada a indústria for transportada.</p>

Fonte: O autor.



### 3.3. População e Amostragem

A população pesquisada para o estudo dos fatores ambientais foi composta por 12 trabalhadores, atuando nas operações de corte (derrubada, desgalhamento e traçamento), limpeza das vias de acesso (operadores de roçadeiras) e transporte florestal (primário, por meio do trator autocarregável, e o principal, através de caminhões autocarregáveis).

O número mínimo de repetições a ser adotado na pesquisa foi estabelecido com o uso da equação 1 proposta por Conaw (1977):

$$n \geq \frac{t^2 \cdot s^2}{e^2} \quad (1)$$

Em que: n = quantidade de amostras ou pessoal necessário; t = estimativa da tabela T em nível de 95% de probabilidade (Distribuição t de Student); s = desvio padrão amostral e, e = erro admissível a 5% de probabilidade.

O número mínimo amostral foi utilizado para estabelecer a quantidade de dias necessários para o estudo do conforto térmico e iluminância. Para a vibração, o número mínimo amostral definiu as repetições necessárias para a coleta dos eixos X, Y, e Z, conforme a ISO 5349-1. O ruído foi coletado para cada atividade durante a jornada de trabalho dos funcionários.

### 3.4. Levantamento de Dados

Foram coletados dados de conforto térmico, iluminância, vibração e ruído durante o período de março a abril de 2016, nas áreas de colheita e transporte florestal.

#### 3.4.1. Conforto Térmico

As condições de conforto térmico na qual estavam submetidos os trabalhadores florestais foram mensuradas utilizando um equipamento Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG da marca *INSTRUTHERM* e modelo TGD-200 (Figura 1). As aferições foram realizadas em intervalos de uma

hora no local das atividades desempenhadas pelos trabalhadores florestais, correspondendo ao horário diário laboral das 8:00 as 17:00 horas, de segunda a sexta. De acordo com a NR-15, para a exposição de ambientes externos com carga solar, utiliza-se a equação 2:



Figura 1. Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo.  
Fonte: O Autor.

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,1tbs + 0,2tg \quad (2)$$

E em que:

IBUTG = Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo;

tbn = Temperatura de bulbo úmido natural;

tg = Temperatura de globo;

tbs = Temperatura de bulbo seco.

Os valores foram estabelecidos em planilhas para que, posteriormente fossem comparados aos valores máximos estabelecidos pela norma (Tabela 2).

Tabela 2. Limites de conforto Térmico para cada tipo de atividade segundo NR 15, Anexo 3.

Regime de Trabalho e descanso (hora)	Tipo de Atividade desempenhada		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho Contínuo	Até 30,0	Até 26,7	Até 25,00
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Trabalho não permitido sem adequação	Acima de 32,2	Acima de 31,1	Acima de 30,0

Fonte: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2016).

Para a classificação do tipo de atividade desempenhada quanto ao tipo de Regime de trabalho e descanso, observou as taxas de metabolismo por tipo de atividade (Tabela 3):

Tabela 3. Taxas de metabolismo por atividade, conforme NR 15, Anexo 3.

Tipo de atividade	Kcal/h
<b>TRABALHO LEVE</b>	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex: datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex: dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com braços.	150
<b>TRABALHO MODERADO</b>	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
<b>TRABALHO PESADO</b>	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos.	440
Trabalho Fatigante	550

FONTE: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2016).

### 3.4.2. Iluminância

A iluminância foi mensurada a partir dos dados obtidos com o uso de um luxímetro digital portátil, da marca *INSTRUTERM* e modelo LDR-208 (Figura 2).

As leituras foram realizadas nos ambientes em que se encontravam os trabalhadores, sendo observadas de hora em hora, no intervalo das 8:00 horas às 17:00 horas, de segunda a sexta. Para garantir uma maior precisão, a fotocélula do aparelho foi posicionada no plano horizontal a uma altura equivalente aos olhos dos trabalhadores, de acordo com a NBR 5413/92. As leituras encontradas foram organizadas em planilhas para a obtenção dos dados.



Figura 2. Luxímetro digital.

Fonte: O Autor.

Para estabelecer os limites aceitáveis foram utilizados os valores preconizados pela NBR 5413/92, que estabelece a iluminância de interiores (Tabela 4)

Tabela 4. Iluminância por classe de tarefa visuais, conforme a NBR 5413/92.

Classe	Iluminância (Lux)	Tipo de Atividade
<b>A</b> Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 – 30 – 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 – 75 – 100	Orientação simples para permanência curta
	100 – 150 – 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 – 300 – 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
<b>B</b> Iluminação geral para área de trabalho	500 – 750 – 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalhos médio de maquinaria, escritórios
	1000 – 1500 – 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas
<b>C</b> Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 – 3000 – 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônicos de tamanho pequeno
	5000 – 7500 – 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 – 15000 – 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Fonte: ISO 5413/92.

### 3.4.3. Vibração

A vibração foi mensurada utilizando um acelerômetro e medidor de vibração portátil da marca *TECKNIKAO* e modelo NK300 (Figura 3).

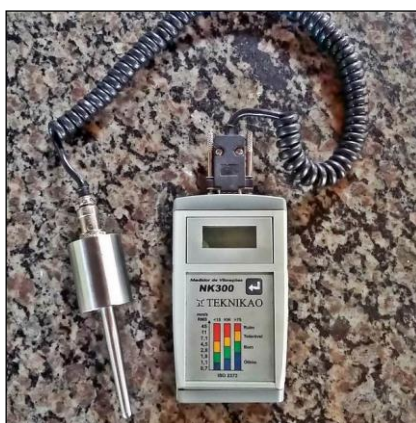


Figura 3. Acelerômetro e medidor de vibração.

Fonte: O Autor.

A coleta de dados ocorreu conforme as três coordenadas da mão direita dos trabalhadores, conforme a normativa ISO 5349-1 (2001), onde o eixo “xx”

representa a palma da mão; o eixo “yy” representa os nós dos dedos; e o eixo “zz” está associado ao paralelo dos ossos do antebraço, como demonstrado na Figura 4.



Figura 4. Coordenadas ortogonais ISO 5349-1. A: eixo xx; B: eixo yy; e C: eixo zz.

Fonte: Autor.

A avaliação da exposição diária foi estimada em 8 horas (A (8)). Através da ISO 2631/78, foram empregados os critérios de severidade para adequação dos valores observados de vibração mão-braço. Os parâmetros foram divididos em eixos X, Y e Z, referentes a palma da mão, nós dos dedos e braços, respectivamente.

Para estimar a vibração nos eixos XY, fez-se o uso da seguinte equação, definida na norma ISO 5349-1 e EU *Good Practice Guide* HAV (2006), e observando as determinações da DIRECTIVE 2002/44/EC da União Europeia (Equação 3).

$$A(8) = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2} \quad (3)$$

Em que:

$a_{hwx}$  e  $a_{hwy}$  são os valores coletados da aceleração regular em frequência, para a palma da mão e nós dos dedos. Os valores observados para avaliar os riscos são indicados na Tabela 5:

Tabela 5. Guia para avaliação da exposição humana a vibração.

Critérios de Severidade	Aceleração (X, Y) horizontal (m/s <sup>2</sup> )	Aceleração (Z) vertical (m/s <sup>2</sup> )
<b>Exposição</b>	< 0,448	< 0,630
<b>Fadiga</b>	< 0,224	< 0,315
<b>Conforto</b>	< 0,071	< 0,100

Fonte: ISO 5349-1 (2001).

### 3.4.4. Ruído

Para a determinação dos níveis de pressão sonora e dose de exposição ao ruído, foram utilizados dosímetros da marca *INSTRUTHERM*, modelo DOS-500 (Figura 5).



Figura 5. Dosímetro digital.

Fonte: O Autor.

Para a avaliação dos trabalhadores, os dosímetros foram ajustados para trabalhar no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (*SLOW*); limite de tolerância de 85 dB(A) para 8 horas diárias, e um fator de duplicação da dose igual a 5 dB(A), em conformidade com a Norma Regulamentadora NR-15. Os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6. Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, conforme a NR-15, anexo 1.

Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível	Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas	98	1 hora e 15 min.
86	7 horas	100	1 hora
87	6 horas	102	45 min.
88	5 horas	104	35 min.
89	4 horas e 30 min.	105	30 min.
90	4 horas	106	25 min.
91	3 horas e 30 min.	108	20 min.
92	3 horas	110	15 min.
93	2 horas e 40 min.	112	10 min.
94	2 horas e 15 min.	114	8 min.
95	2 horas	115	7 min.
96	1 hora e 45 min.	-	-

Fonte: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2016).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Número mínimo de amostras

Para as atividades avaliadas, foram coletadas amostras piloto de conforto térmico, iluminância, vibração e ruído. Para o conforto térmico e iluminância, os dados foram coletados de hora em hora, durante o decorrer da jornada de trabalho para cada atividade avaliada (Tabela 7). Para a avaliação de vibração, as amostras variaram de acordo com a atividade, conforme a Tabela 8. A avaliação de ruído foi realizada para cada atividade, durante a jornada de trabalho dos funcionários.

Tabela 7. Número mínimo de amostras para conforto térmico e iluminância.

<b>Parâmetro avaliado</b>	<b>Nº de amostras coletadas (dias)</b>	<b>Nº mínimo de amostras (dias)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Conforto térmico	20	2	1,147
Iluminância	20	19	299,461

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 8. Número mínimo de amostras para vibração.

<b>Atividade</b>	<b>Nº de amostras coletadas</b>	<b>Nº mínimo de amostras</b>
Corte	11	3
Limpeza das vias de acesso	8	4
Transporte inicial	11	3
Transporte principal	11	3

Fonte: Dados da pesquisa

Todos os números de amostras coletadas em campo atenderam o respectivo número de amostras requeridas para o estudo.



## 4.2. Conforto térmico

Conforme a classificação das taxas de metabolismo por tipo de atividade, o corte foi classificado como trabalho pesado; a limpeza das vias de acesso como trabalho moderado, o transporte inicial e o principal como trabalho leve. Para o trabalho contínuo, atividades pesadas podem assumir índices de até 25,0; atividades moderadas assumem índices de até 26,7; e atividades leves índices de até 30,0. Acima destes índices, os trabalhadores estão expostos a riscos à saúde, perda de concentração nas atividades desempenhadas, necessitando de pausas para o descanso para amenizar este problema.

Na Figura 6 pode-se perceber os resultados obtidos para o conforto térmico durante a jornada de trabalho.

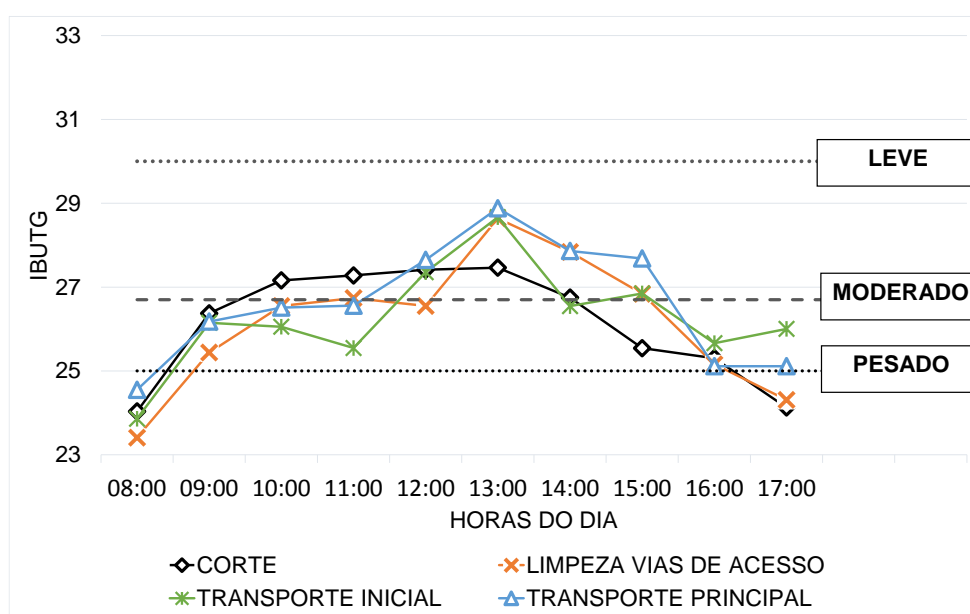


Figura 6. Índice de conforto térmico para as atividades avaliadas e os limites para atividade contínua propostos pela NR 15, anexo 3.

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se na Figura 6, que a atividade de corte (classificação pesada), no período das coletas de dados, apresentou índices de IBUTG superiores a 25,0, máximo permitido pela NR-15, nos horários das 8:00 às 16:00. Tal fato compromete o dimensionamento padrão do regime de trabalho e descanso para a atividade, sendo aconselhável para cada hora trabalhada deste intervalo,

pausa de 30 minutos. Como praticamente metade da jornada de trabalho terá que ser preenchida com pausas, sugere-se que durante essas pausas, os trabalhadores realizem atividades que exigem menor esforço (classificação leve ou moderada), ou que haja revezamento entre os trabalhadores das atividades pesadas e as leves e moderadas no ambiente de trabalho.

As atividades de limpeza das vias de acesso apresentaram valores superiores ao permitido pela norma, para atividades classificadas como moderadas, apenas nos horários mais quentes do dia (12:00 às 15:00h). Assim, recomenda-se que haja uma alteração da jornada de trabalho, a fim de concentrar o trabalho fora desses horários. Por exemplo, se a jornada iniciar às 6:00, pausar das 12:00 às 15:00 para o almoço e descanso, retornar às atividades até às 18:00.

Já as atividades de transporte inicial e final (classificação leve) não apresentaram valores de índice de IBUTG acima do permitido pela norma (30,0) durante toda a jornada de trabalho. Tal fato indica que os ambientes de trabalho dessas atividades apresentaram conforto térmico aos trabalhadores, não havendo necessidades de medidas de correção ou mitigação do fator ambiental.

Comparado a Moraes (2013), os resultados apresentados neste trabalho foram menores, observando nos horários entre as 10:00 e as 16:00 índices superiores a 30,0 nas atividades de implantação florestal nas microrregiões do centro sul do Espírito Santo. As diferenças encontradas entre os dois trabalhos podem ser explicadas pelos locais de pesquisa ao qual cada um ocorreu e pelas épocas do ano de estudo distintas.

### **4.3. Iluminância**

Durante a jornada de trabalho, todas as atividades florestais estudadas estiveram expostas a irradiação solar. Na Figura 7 é possível observar os valores encontrados de iluminância durante o estudo.

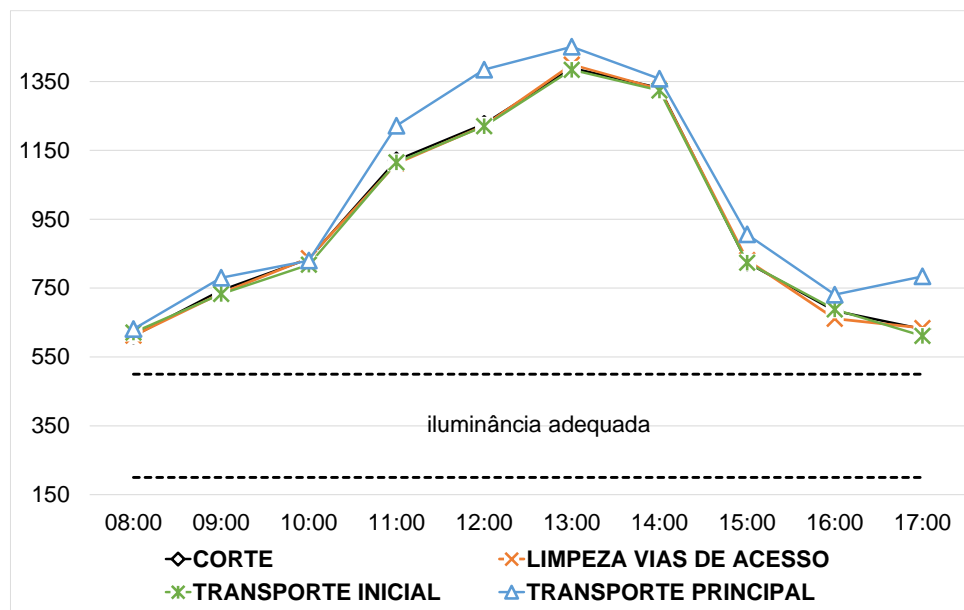


Figura 7. Iluminância obtida durante o exercício das atividades avaliadas e a iluminância adequada para as atividades conforme a NBR 5413/92.  
Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme a Iluminância por classe de tarefas visuais, as atividades avaliadas apresentaram iluminância acima do mínimo aceitável para as atividades de maquinaria bruta (entre 200 e 500 lux). A iluminância aumentou no decorrer da jornada de trabalho, até atingir o valor máximo às 13:00, com valores médios de 1400 lux; e a partir deste, reduziu até o fim da jornada de trabalho (17:00), apresentando 625 lux, em média. Dentre as atividades estudadas, o transporte principal esteve exposto a maior iluminância observada no estudo.

Estudos de iluminância realizados por Moraes (2013) apresentaram valores de 770 a 1400 lux, durante uma jornada de trabalho de implantação florestal. Maziero et al. (2011) em um estudo de iluminância em ambiente de implantação florestal, encontrou valores em torno de 580 a 665 lux, garantindo o mínimo necessário para a execução das atividades.

Os trabalhadores florestais, por executarem suas tarefas a céu aberto, estão expostos à elevada iluminação, principalmente nas horas mais quentes do dia, sendo indispensável a utilização de proteção para a cabeça, filtro solar, camisa de manga comprida e óculos solares (VOSNIAK, 2009). A iluminação externa pode ser influenciada pelas condições climáticas do dia (ensolarado, nublado, chuvoso), e pelo sombreamento proveniente do povoamento florestal adulto.

#### 4.4. Vibração

De acordo com a classificação da exposição humana à vibração proposta pela ISO 5349-1, foram obtidas as acelerações nos eixos XY e no eixo Z, para todas as atividades envolvidas na pesquisa, e apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Classificação da exposição humana a vibração conforme a ISO 5349-1.

Atividade	Coordenadas	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )	Classificação
Corte	XY	0,195	Fadiga
	Z	0,267	Exposição
Limpeza das vias de acesso	XY	0,170	Fadiga
	Z	0,210	Fadiga
Transporte inicial	XY	0,132	Fadiga
	Z	0,164	Fadiga
Transporte principal	XY	0,141	Fadiga
	Z	0,172	Fadiga

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme o guia para avaliação da exposição humana a vibração, a gravidade de exposição a vibração é variável para os eixos XY (palma da mão e nós dos dedos), e para o eixo Z (braço), e dependem do tempo de exposição do trabalhador. Para o eixo XY, a classificação de conforto compreende acelerações de vibração até 0,071 m/s<sup>2</sup>; a classificação de fadiga é conferida a acelerações no intervalo de 0,071 e 0,224 m/s<sup>2</sup>; e no intervalo entre 0,224 a 0,448 m/s<sup>2</sup>, a norma classifica como exposição. Para o eixo Z, a classificação de conforto está no intervalo de até 0,100 m/s<sup>2</sup>; a de fadiga encontra-se entre 0,100 e 0,315 m/s<sup>2</sup>; e no intervalo de 0,315 a 0,630 m/s<sup>2</sup>, é tido como exposição o critério de severidade da norma.

A classificação de exposição foi observada na atividade de corte, no eixo Z, que corresponde a região dos braços dos funcionários. A classificação de fadiga foi encontrada para as atividades de limpeza das vias de acesso, transporte inicial e principal do estudo, para os eixos XY e Z.

Devido a exposição dos trabalhadores à vibração diante das atividades de corte, limpeza das vias de acesso, transporte inicial e principal, é necessário que se avalie a melhor forma de atuação das mesmas, uma vez que é indispensável a mão de obra humana para a realização destas operações. Podem ser tomadas algumas medidas que reduzam a exposição dos trabalhadores à vibração no campo, dentre as quais o uso de luvas adequadas, o revezamento das atividades, a adoção de regimes de descanso, além de constante manutenção das máquinas e equipamentos utilizados e substituição de peças com elevado desgaste.

Barbosa et al. (2015), avaliando níveis de vibração em operações de roçada e desgalhamento com motopodas, encontraram níveis de exposição para todas os equipamentos avaliados conforme a ISO 5349-1, resultado semelhante ao presente estudo. Guedes et al. (2010), ao avaliar a vibração de motocoveadores na implantação florestal, observou que os resultados superam os limites estabelecidos pela ISO 5349-1, semelhantes aos desta pesquisa.

#### 4.5. Ruído

A Figura 8 apresenta os dados obtidos para cada atividade avaliada na pesquisa.

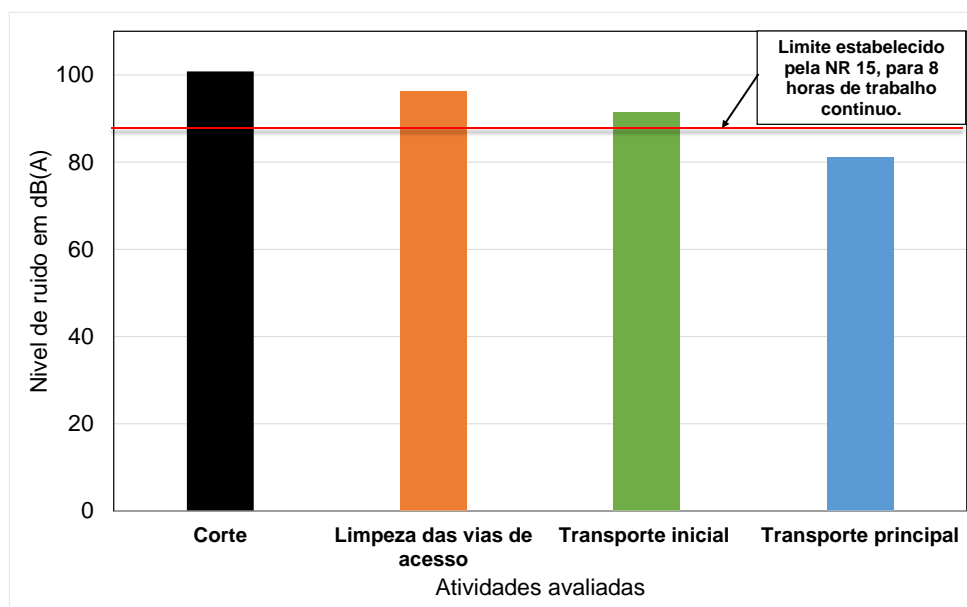


Figura 8. Ruído médio das atividades avaliadas

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com os Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, o nível máximo de ruído permitido para uma jornada contínua de 8 horas, é de 85 dBA. A atividade de corte apresentou um nível de ruído de 100,8 dBA, enquanto na limpeza das vias de acesso foi registrado 96,3 dBA durante a avaliação; para o transporte inicial, encontrou-se o valor de 91,3 dBA e o transporte principal atingiu valores de 81 dBA.

Conforme a Figura 8, as atividades de corte e limpeza das vias de acesso extrapolaram o limite permissível da normativa. Este resultado pode ser explicado pois motosserras e roçadeiras são máquinas dotadas de motores dois tempos, que possuem como característica um acentuado ruído quando acelerados. A atividade de transporte inicial também superou o limite da normativa, enquanto o transporte principal está adequado com a exposição diária de 8 horas de trabalho.

Sem a proteção dos EPI's (Equipamento de Proteção Individual), a máxima exposição diária do trabalhador deve-se ajustar para garantir a segurança e a saúde do mesmo. A Tabela 10 indica a máxima exposição dos trabalhadores que exercem as atividades que superaram a máxima exposição diária permissível para as atividades.

Tabela 10. Máxima exposição diária permissível para as atividades.

<b>Atividade</b>	<b>Nível de Ruído</b>	<b>Máxima exposição diária permissível (sem EPI)</b>
Corte	100,8	1 hora
Limpeza das vias de acesso	96,3	1 hora e 45 minutos
Transporte inicial	91,3	3 horas e 30 minutos

Fonte: Dados da pesquisa.

Em estudos com atividades de roçada e desgalhamento semimecanizado, Fiedler et al. (2012) e Barbosa et al. (2015) observaram que as máquinas do estudo apresentavam o nível de ruído acima do tolerado para uma jornada contínua de 8 horas de trabalho, resultados semelhantes aos encontrados pelas máquinas neste estudo. Minette et al. (2007), avaliando o ruído de máquinas de colheita florestal, observou que a maioria dos tratores apresentaram níveis de ruído superior ao permitido pela NR-15, resultado semelhante a este estudo.

## 5. CONCLUSÕES

Conforme os dados obtidos e analisados, o conforto térmico em metade das atividades avaliadas mostrou-se inadequado nas horas mais quentes do dia, segundo a NR-15. Para melhorar o desempenho dos trabalhadores, recomenda-se que seja adotado medidas mitigadoras como revezamento dos trabalhadores entre as atividades, mudanças nos horários entre as atividades e mudanças no horário da jornada de trabalho.

A iluminância das atividades do estudo apresentou níveis satisfatórios conforme a NBR 5413/92. Para proteger a saúde dos trabalhadores nos momentos de maior exposição a luminosidade, recomenda-se a proteção visual dos mesmos, com o uso de filtro solar, proteção para a cabeça e óculos escuros.

De forma geral, as atividades avaliadas apresentaram níveis de vibração que expõe o trabalhador a fadiga, conforme a ISO 5349-1. É necessário que medidas organizacionais sejam tomadas, para que sejam minimizados os efeitos da exposição a vibração.

Os níveis de ruído das atividades de corte, limpeza das vias de acesso e transporte inicial ficaram acima do permitido pela legislação brasileira, necessitando intervenção nos projetos das máquinas e uso de protetor auricular.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. Moderate thermal environments - Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, ISO 7730. Genebra, 1994.

APUD, E. Guidelines on ergonomics study in forestry. **Genebra: International Labour Office**, 1989.

ARES. Atlas das áreas com potencial de riscos do Estado do Espírito Santo. Governo do Estado do Espírito Santo, 2006. 125p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413/92: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 13 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5461/91: Iluminação natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 17 p.

BARBOSA, R H.; FIEDLER, N. C.; MENDONÇA, A. R.; CHICHORRO, J. F.; GONÇALVES, S. B.; ALVES, E. G.; KUBOYAMA, F. A. Q. Análise técnica e econômica do desbaste em um povoamento de eucalipto na região sul do Espírito Santo. **Nativa**, Sinop. p. 125–130, 2015.

CASTRO, G.P. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 3 ed. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2014. p. 15-45.

CONAW, P. L. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1977. 264 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Florestas plantadas: oportunidades e desafios da indústria brasileira de celulose e papel no caminho da sustentabilidade. Associação Brasileira de Celulose e Papel. Brasília, CNI, 2012.

COUTO, H. A. Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana. v. 1. **Belo Horizonte, MG: Ergo**, 1995. 353 p.

DE SAMPAIO DAGNINO, Ricardo; JUNIOR, Salvador Carpi. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 2, 2007.

DIRECTIVE 2002/44/CE. Prescrições mínimas de segurança e de saúde relativas a exposição dos trabalhadores aos riscos por agentes físicos (vibrações) do Parlamento Europeu. EU Good Practice Guide HAV; WBV *Good practice Guide* v. 6, 7 p., 12/06/2006.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. Ergonomia Prática. Tradução de Itiro lida. 2. ed. São Paulo. Edgard Blücher, 2004

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO statistical yearbook 2012**. Rome, Italy, FAO Forestry, 2012.

FERNANDES, J. C. Acústica e ruídos. **Bauru: UNESP** – Faculdade de Engenharia - Departamento de Engenharia Mecânica, 2002. 51 p. (Apostila).



FIEDLER, N. C. Análise de posturas e esforços despendidos em operação de colheita florestal no litoral do estado da Bahia. 1998. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – **Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG**. 1998.

FIEDLER, N. C.; MARIN, H. B.; OLIVEIRA, T. S.; CARMO, F. C. A. Análise da vibração no processamento secundário de madeiras com diferentes massas específicas aparentes. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 1 - 8, jan. /mar. 2013.

FIEDLER, N. C.; MENEZES, N. S.; AZEVEDO, I. N. C.; SILVA, J. R. M. Avaliação biomecânica dos trabalhadores em marcenarias no distrito federal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 99-109, 2003.

FIEDLER, N. C.; SILVA, E. N.; MAZIERO, R.; JUVANOL, R. S. J. GONÇALVES, S. B. Caracterização de fatores humanos e análise das condições de trabalho em atividades de implantação de florestas de produção. **Revista científica Eletrônica de Engenharia Florestal** Re.C.E.F. Ano X, v. 19, n.1, fev. 2012. Garça, SP:

FONTANA, G.; SEIXAS, F. **Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de “forwarder” e “skidder”**. Revista *Árvore*, v. 31, n. 1, p. 71-81, 2007.

GOUVEA, T. C. Avaliação do conforto térmico: uma experiência na indústria de confecção. **Campinas, SP**: UNICAMP, 2004. 164f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, SP, 2004.

GRANDJEAN, E. Fitting the task to the man - An ergonomic approach. London: Taylor & Francis, 1982. 379 p.

GUEDES, I. L.; MINETTE, L. J.; SILVA, E.P.; SOUZA, A. P. S. **Avaliação dos níveis de ruído e vibração na atividade de coveamento semimecanizado em região montanhosa**. Engenharia na Agricultura. Viçosa – MG. v.18, n.1. 09-12p. 2010.

IBA. Indústria brasileira de árvores. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2016.

IEA – International Ergonomics Association. Definição internacional de ergonomia. Aug. 2000. Disponível em: <<http://www.iea.cc>>. Acesso em: 19 Jan. 2011.

IIDA, I. Ergonomia: *projeto e produção*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614 p

**Informações para uma gestão sustentável**. Brasília – DF, p. 13–55, 2012.

**INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 5349-1:2001**. Mechanical vibration – Measurement and evaluation to human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements. 2001.

**INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION ISO 2631/78**: Guide of evaluation of human exposure to whole-body vibration. 2. ed. [S.l.: s.n.], 1978. 18 p. v. 1. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/vib/iso2631.doc>>. Acesso em: 16 maio 2016.

**INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION ISO 7730**. Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Genebra, 1984.

LANI, J. L. Deltas dos rios Doce e Itapemirim: solos, com ênfase nos tiomórficos, água e impactos ambientais do uso. 169p. (Tese de Doutorado). **Universidade Federal de Viçosa**. 1988.

LEITE, E. S. et al. Utilização de guindaste na extração de madeira em região montanhosa. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.195-201, 2012.

LOPES, E. S.; ZANLORENZI, E.; COUTO, L. C.; MINETTE, L. J. Análise do ambiente de trabalho em indústrias de processamento de madeira na região Centro-Sul do Estado do Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 183-190, 2004.

MACHADO, C. C. Colheita florestal. 3a ed. Viçosa, MG, **Ed. UFV**, 2014.

MACHADO, C.C.; LOPES, E.S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Cerne**, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.

MACHADO, C.C; LOPES, E. S; BIRRO; M. H. B; MACHADO, R. R. Transporte rodoviário florestal. Viçosa: **UFV**, 2009. 217p.

MALINOVSKI, J. R.; et al. Sistemas. In: MACHADO, C. C. Colheita Florestal. 2ed. Viçosa-MG: **UFV**, 2008. P. 161-184.

MALINOVSKI, J. R.; MALINOVSKI, R. A. Evolução dos sistemas de colheita de Pinus na Região Sul do Brasil. Curitiba, **FUPEF**, 1998. 138p.

MAZIERO, R; JUVANHOL, R. S; BOLDRINI, S. G; CIPRIANO, F. C; NEIRE, E. S; FIEDLER, N. C. Análise do ambiente de trabalho em atividades de implantação de florestas de produção. **Encontro Latino americano de Iniciação Científica**. 2011

MINETTE, L. J. Souza, A. P.; Silva, E. P.; Medeiros, N. M. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Ceres**, v. 55, n. 1, p. 66–73, 2008.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. P.; SOUZA, A. P.; SILVA, K. R. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 11, n. 6, nov./dez.2007.

MORAES, F. Avaliação da iluminância, conforto térmico e ruído na implantação e manutenção florestal nas microrregiões Caparaó e Centro Sul- ES. 31 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Florestais e da Madeira. Universidade Federal do Espírito Santo, JERÔNIMO Monteiro. 2013.

**NORMA Regulamentadora 15:** Atividades e Operações insalubres. [S.l.: s.n.], [2003-2016]. 1 p. Página Disponível em: <[http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15\\_anexoI.htm](http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15_anexoI.htm)>. Acesso em: 12 maio 2016.

**NORMA Regulamentadora 15:** Limites de Tolerância para exposição ao calor. 1. ed. [S.l.: s.n.], [2003-2016]. 1 p. Disponível em: <[http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15\\_anexoIII.htm](http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15_anexoIII.htm)>. Acesso em: 20 maio 2016.

NOVAIS, Luciana Fernandes. Análise da Colheita Florestal mecanizada em povoamentos de *Eucalyptus spp* na região de Coronel Fabriciano – MG. 2006. 33 p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Engenharia Florestal) – **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica.

NUNES, I. L. A importância da avaliação de fatores de risco ocupacionais em políticas de aquisição de equipamentos. O caso da exposição à vibração. Proceedings das 3ª Jornadas Técnicas de Engenharia Logística Militar - O ciclo de vida dos materiais, organizada pelo Exército Português, Paço de Arcos, CD-ROM, 6 de dez. de 2005.

OIT- ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Segurança e Saúde no Trabalho Florestal. Brasília: OIT, 2006. (Código de práticas da OIT). Disponível em: <[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-brasilia/documents/publication/wcms\\_233732.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-brasilia/documents/publication/wcms_233732.pdf)>. Acesso em: 23 de out. de 2015.

Olesen, B. W., & Parsons, K. C. (2002). Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730. *Energy and buildings*, 34(6), 537-548.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *'Hydrol. Earth Syst. Sci.'* 11: 1633-1644, 2007.

PLASTER, O. B. Fatores operacionais e de custos na colheita de *Pinus* em área declivosa no sul do Espírito Santo. 2010. 93f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) – **Universidade Federal do Espírito Santo**, JERÔNIMO Monteiro, ES. 2010.

PMAC. **Exposição ao ruído: norma para a proteção de trabalhadores que trabalham em atividades com barulho**. Proteção. São Paulo, v. 6, n. 29, p. 136-138, 1994

PULKKI, R. E. **Glossary of forest harvesting terminology**. 2006. Disponível em: <[http://flash.lakeheadu.ca/%7Erepulikki/REP\\_terminology.pdf](http://flash.lakeheadu.ca/%7Erepulikki/REP_terminology.pdf)>. Acessado em: 29 de mai. de 2015.

SANT'ANNA, C. M. Corte florestal. In: MACHADO, C. C. (Org.). Colheita florestal. 2ª Ed. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2014. P 55-88.

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **NR-15: Atividades e Operações Insalubres**. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/obras/seguranca.htm>>. Acesso em 10 de mai. de 2016.

SEIXAS, F. Extração. **Colheita florestal. Viçosa: UFV**, p. 89-128, 2002.

SEIXAS, F. Uma metodologia de seleção e dimensionamento da frota de veículos rodoviários para o transporte principal da madeira. (Tese de Doutorado – EESC). São Carlos. 106 p. 1992.

SEIXAS, F.; CAMILO, D.R. **Colheita e transporte florestal: notas de aula**. Escola Superior de Agricultura "LUIZ DE QUEIROZ", Piracicaba, 2008.

SIMÕES, Danilo; FENNER, Paulo Torres. Avaliação técnica e econômica do forwarder na extração de madeira em povoamento de eucalipto de primeiro corte. **Floresta**, p. 711-720, 2010. VERDUSSEN, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho**. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1978. 161p.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, M, N. O risco, os riscos. In: VEYRET, Y. (Org.). Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. p. 23-79.

VOSNIAK, J. Análise de variáveis ergonômicas em operações de implantação florestal. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO OESTE. **Irati, PR** 2009.

WISNER, A. A inteligência no trabalho: *textos selecionados de ergonomia*. São Paulo: FUNDACENTRO, **UNESP**, 1999, 190 p.

## 7. ANEXOS

### 7.1. Norma regulamentadora 15 - Atividades e Operações Insalubres - Anexo III - Limites de Tolerância para Exposição ao Calor

1. A exposição ao calor deve ser avaliada através do "Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo" - IBUTG definido pelas equações que se seguem:

Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

Ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg}$$

onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco.

2. Os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum.

3. As medições devem ser efetuadas no local onde permanece o trabalhador, à altura da região do corpo mais atingida.

**Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.**

1. Em função do índice obtido, o regime de trabalho intermitente será definido no Quadro N.º 1.

**QUADRO N.º 1. TIPO DE ATIVIDADE.**

<b>REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)</b>	<b>LEVE</b>	<b>MODERADA</b>	<b>PESADA</b>
Trabalho contínuo	Até 30,0	Até 26,7	Até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2	Acima de 31,1	Acima de 30,0

2. Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

3. A determinação do tipo de atividade (Leve, Moderada ou Pesada) é feita consultando-se o Quadro n.º 3.

**Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (local de descanso).**

1. Para os fins deste item, considera-se como local de descanso ambiente termicamente mais ameno, com o trabalhador em repouso ou exercendo atividade leve.

2. Os limites de tolerância são dados segundo o Quadro n.º 2.

**QUADRO N.º 2**

<b>M (Kcal/h)</b>	<b>MÁXIMO IBUTG</b>
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Onde: M é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora, determinada pela seguinte fórmula:

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

M<sub>t</sub> - taxa de metabolismo no local de trabalho.

T<sub>t</sub> - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

M<sub>d</sub> - taxa de metabolismo no local de descanso.

T<sub>d</sub> - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

IBUTG é o valor IBUTG médio ponderado para uma hora, determinado pela seguinte fórmula:

$$IBUTG = \frac{IBUTG_t \times T_t + IBUTG_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

IBUTG<sub>t</sub> = valor do IBUTG no local de trabalho.

IBUTG<sub>d</sub> = valor do IBUTG no local de descanso.

T<sub>t</sub> e T<sub>d</sub> = como anteriormente definidos.

Os tempos T<sub>t</sub> e T<sub>d</sub> devem ser tomados no período mais desfavorável do ciclo de trabalho, sendo T<sub>t</sub> + T<sub>d</sub> = 60 minutos corridos.

3. As taxas de metabolismo M<sub>t</sub> e M<sub>d</sub> serão obtidas consultando-se o Quadro n.º3.

4. Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

**QUADRO N.º 3. TAXAS DE METABOLISMO POR TIPO DE ATIVIDADE.**

<b>TIPO DE ATIVIDADE</b>	<b>Kcal/h</b>
<b>SENTADO EM REPOUSO</b>	100
<b>TRABALHO LEVE</b>	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
<b>TRABALHO MODERADO</b>	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
<b>TRABALHO PESADO</b>	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550



## 2.2. Norma Regulamentadora 15 - Atividades e Operações Insalubres - Anexo I - Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente

### LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE

Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível	Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas	98	1 hora e 15 min.
86	7 horas	100	1 hora
87	6 horas	102	45 min.
88	5 horas	104	35 min.
89	4 horas e 30 min.	105	30 min.
90	4 horas	106	25 min.
91	3 horas e 30 min.	108	20 min.
92	3 horas	110	15 min.
93	2 horas e 40 min.	112	10 min.
94	2 horas e 15 min.	114	8 min.
95	2 horas	115	7 min.
96	1 hora e 45 min.	-	-

1. Entende-se por Ruído Contínuo ou Intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto.
2. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador.
3. Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados no Quadro deste anexo. (115.003-0/ I4)
4. Para os valores encontrados de nível de ruído intermediário será considerada a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado.
5. Não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.
6. Se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se a soma das seguintes frações:

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C1}{T1} + (...) + \frac{Cn}{Tn}$$

Exceder a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância.

Na equação acima, Cn indica o tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico, e Tn indica a máxima exposição diária permissível a este nível, segundo o Quadro deste Anexo.

7. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído, contínuo ou intermitente, superiores a 115 dB(A), sem proteção adequada, oferecerão risco grave e iminente.